

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000083

International filing date: 06 January 2005 (06.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-039503
Filing date: 17 February 2004 (17.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.01.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2004年 2月17日
Date of Application:

出願番号 特願2004-039503
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2004-039503]

出願人 TDK株式会社
Applicant(s):

2005年 2月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 99P07083
【提出日】 平成16年 2月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G03H 1/22
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 13番1号 TDK株式会社内
 【氏名】 塚越 拓哉
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 13番1号 TDK株式会社内
 【氏名】 吉成 次郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 13番1号 TDK株式会社内
 【氏名】 三浦 栄明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 13番1号 TDK株式会社内
 【氏名】 水島 哲郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000003067
 【氏名又は名称】 TDK株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100076129
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松山 圭佑
【選任した代理人】
 【識別番号】 100080458
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高矢 諭
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089015
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 牧野 剛博
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006622
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

参照光及び物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に回析格子を形成して情報を記録するホログラフィック記録方法であって、

前記物体光の入射角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を中心として前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面内で多段階に回転させ、且つ、前記参照光の入射光軸を、前記ホログラフィック記録媒体への相対的入射角度が一定となるように、前記ホログラフィック記録媒体の回転角度に同期して多段階に切換えて偏向多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 2】

請求項 1において、

前記ホログラフィック記録媒体の回転中心軸線をY軸、前記光軸平面内にあって、前記記録層とほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、前記ホログラフィック記録媒体を、X、Y軸方向に相対的に移動させて偏向多重、且つ、シフト多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 3】

請求項 2において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、次にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 4】

請求項 2において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、次にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程及びX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 5】

請求項 2において、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える工程と、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、これらの工程を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項 6】

請求項 2において、

前記記録層をX軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画し、各ホログラムブロック毎に、

前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定としたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を経て、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度

を切換える毎に、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とするホログラフィック記録方法。

【請求項7】

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を参照光と物体光とに分岐するビームスプリッタと、前記参照光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記物体光を前記ホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、を有してなり、

前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、

前記複数の異なる光路の参照光を、対応する異なる入射光軸を通って、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、

前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を通り、且つ、参照光と前記物体光の各々の入射光軸を含む光軸平面と直交するY軸回りに回転可能に支持する回転ステージと、

前記参照光の複数の異なる光路に対応して、各入射光軸からの、前記ホログラフィック記録媒体への参照光の、相対的入射角度が一定となるように、前記回転ミラーと回転ステージとを同期して制御する制御装置と、

を有することを特徴とするホログラフィック記録装置。

【請求項8】

請求項7において、

前記光軸平面内にあって、前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記回転ステージをX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージを設けてなり、この並進ステージは、前記制御装置により、前記回転ミラー及び回転ステージと同期して制御可能とされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

【請求項9】

参照光及び物体光の照射により、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に形成された回析格子により情報が記録されたホログラフィック記録媒体であって、

前記回析格子が、記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射したとき複数の回折光を各々異なる方向に発生するように偏向多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項10】

請求項9において、

前記光軸平面内にあって、前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面と直交するとともに前記交点を通る方向をY軸、前記記録層とほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、

前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項11】

請求項10において、

前記記録層は、X軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画され、

各ホログラムブロック毎に、前記偏向多重記録された回析格子が、X、Y軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項12】

請求項9乃至11のいずれかのホログラフィック記録媒体に、その記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射し、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子により受光して、同時に複数の信号を再生することを特徴とするホログラフィックメモリ再生方法。

【請求項13】

請求項9乃至11のいずれかのホログラフィック記録媒体を支持するステージと、

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を再生用参照光として、前記記録時の、前記参照光の入射光軸の入射角度でホログラフィック記録媒体に導く再生用参照光学系と、

前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、

参照光の入射光軸を通って、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、

前記再生用参照光の入射により、前記ホログラフィック記録媒体から発生する複数の回折光に対応して各々設けられ、対応する回折光を受光して信号を再生する複数の撮像素子と、

を有することを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【請求項14】

請求項13において、

前記ステージは、前記光軸平面内にあって前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記ホログラフィック記録媒体をX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージであることを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、ホログラフィック記録媒体、ホログラフィックメモリ再生方法及び装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、物体光と参照光とをホログラフィック記録媒体に照射して、その干渉縞により情報を記録するホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、これらにより情報が記録されたホログラフィック記録媒体、このホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィックメモリ再生方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大容量のデジタル情報を保存できるデータストレージ技術への要求が高まっていて、次世代の大容量・高速ストレージ技術の1つとして、ホログラフィックメモリ技術が期待されている。

【0003】

このホログラフィックメモリ技術では、デジタル情報を数十～数百万ビット毎に2次元のビットマップ画像へ符号化して一度に記録・再生を行なうため、大量のデータの高速転送が可能であり、又、光の回折と干渉性を利用して、ホログラフィック記録媒体の特定の領域に多数のデータページを重畠記録（多重化記録）できるため、大容量ストレージが可能である。

【0004】

又、大容量記録の方法として、非特許文献1に記載されるように、参照光と物体光の、記録媒体への入射位置を順次シフトさせるシフト多重記録の方法がある。

【0005】

上記のような、ホログラフィック記録媒体に記録されたデータページを再生する場合、再生用参照光をホログラフィック記録媒体に照射して、発生した回折光を撮像素子によって受光して、データページを再生するようにしている。

【0006】

【非特許文献1】G. Barbastathis et al., Applied Optics, Vol. 35, No. 14, p. 2403-2417

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、前記データページの再生速度は、撮像素子のフレームレートによってその上限が規制され、一般的に、撮像素子のフレームレートは数十 f p s と遅くなるという問題点があった。

【0008】

これに対して、高速度CCDカメラ等を用いるとフレームレートを速くすることができるが、これらは高価であり、装置コストが増大してしまうという問題点がある。

【0009】

又、ホログラフィック記録では、一般的に、記録密度を増大させると再生時のデータレートが減少し、データレートと記録密度はトレードオフの関係となってしまうという問題点がある。

【0010】

この発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、撮像素子を用いて、記録密度を低下させることなく再生データレートを増大させることができるようにしたホログラフィック記録方法、ホログラフィック記録装置、これらの方法及び装置により情報が記録されたホログラフィック記録媒体、このホログラフィック記録媒体の情報を再生するためのホログラフィックメモリ再生方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者は、銳意研究の結果、ホログラフィック記録媒体の記録層に対して、参照光の相対的入射角度を一定にして、且つこれら参照光及び記録層の、物体光に対する角度を段階的に変化させることにより、データページを偏向多重記録し、再生時には、1本の再生用参照光の照射により、同時に複数の回折光を異なる方向に発生させてこれを同時に撮像素子で受光することによって、上記目的を達成できることが分かった。

【0012】

即ち、以下の本発明により上記目的を達成することができる。

【0013】

(1) 参照光及び物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に回析格子を形成して情報を記録するホログラフィック記録方法であって、前記物体光の入射角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を中心として前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面内で多段階に回転させ、且つ、前記参照光の入射光軸を、前記ホログラフィック記録媒体への相対的入射角度が一定となるように、前記ホログラフィック記録媒体の回転角度に同期して多段階に切換えて偏向多重記録することを特徴とするホログラフィック記録方法。

【0014】

(2) 前記ホログラフィック記録媒体の回転中心軸線をY軸、前記光軸平面内にあって、前記記録層とほぼ直交する方向をZ軸、Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸とし、前記ホログラフィック記録媒体を、X、Y軸方向に相対的に移動させて偏向多重、且つ、シフト多重記録することを特徴とする(1)に記載のホログラフィック記録方法。

【0015】

(3) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、次にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程及びY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0016】

(4) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、次にX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記ホログラフィック記録媒体を、前記同様にY軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程及びX軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0017】

(5) 前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向に移動させてX軸方向シフト多重記録する工程と、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える工程と、Y軸方向に移動させてY軸方向シフト多重記録する工程と、を有してなり、これらの工程を繰り返すことを特徴とする(2)に記載のホログラフィック記録方法。

【0018】

(6) 前記記録層をX軸方向及びY軸方向に複数のホログラムブロックに区画し、各ホログラムブロック毎に、前記物体光の入射光軸、参照光の入射光軸及び前記ホログラフィック記録媒体の回転角度を一定にしたままで、前記ホログラフィック記録媒体を、X軸方向

に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程と、Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を経て、前記参照光の入射光軸及びこれに対応するホログラフィック記録媒体の回転角度を切換える毎に、前記同様に X 軸方向に移動させて X 軸方向シフト多重記録する工程及び Y 軸方向に移動させて Y 軸方向シフト多重記録する工程と、を繰り返すことを特徴とする（2）に記載のホログラフィック記録方法。

【0019】

(7) レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を参照光と物体光とに分岐するビームスプリッタと、前記参照光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記物体光を前記ホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、を有してなり、前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、前記複数の異なる光路の参照光を、対応する異なる入射光軸を通って、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、前記ホログラフィック記録媒体を、前記交点を通り、且つ、参照光と前記物体光の各々の入射光軸を含む光軸平面と直交する Y 軸回りに回転可能に支持する回転ステージと、前記参照光の複数の異なる光路に対応して、各入射光軸からの、前記ホログラフィック記録媒体への参照光の、相対的入射角度が一定となるように、前記回転ミラーと回転ステージとを同期して制御する制御装置と、を有することを特徴とするホログラフィック記録装置。

【0020】

(8) 前記光軸平面内にあって、前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向を Z 軸、前記 Y 軸及び Z 軸と直交する方向を X 軸としたとき、前記回転ステージを X 軸方向及び Y 軸方向に移動可能に支持する並進ステージを設けてなり、この並進ステージは、前記制御装置により、前記回転ミラー及び回転ステージと同期して制御可能とされたことを特徴とする（7）に記載のホログラフィック記録装置。

【0021】

(9) 参照光及び物体光の照射により、参照光の入射光軸と物体光の入射光軸との交点近傍の記録層に形成された回折格子により情報が記録されたホログラフィック記録媒体であって、前記回折格子が、記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射したとき複数の回折光を各々異なる方向に発生するように偏向多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【0022】

(10) 前記光軸平面内にあって、前記参照光と物体光の入射光軸を含む光軸平面と直交するとともに前記交点を通る方向を Y 軸、前記記録層とほぼ直交する方向を Z 軸、Y 軸及び Z 軸と直交する方向を X 軸とし、前記偏向多重記録された回折格子が、X、Y 軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とする（9）に記載のホログラフィック記録媒体。

【0023】

(11) 前記記録層は、X 軸方向及び Y 軸方向に複数のホログラムブロックに区画され、各ホログラムブロック毎に、前記偏向多重記録された回折格子が、X、Y 軸方向に順次シフトされた位置に設けられていることを特徴とする（10）に記載のホログラフィック記録媒体。

【0024】

(12) 前記（9）乃至（11）のいずれかに記載のホログラフィック記録媒体に、その記録時における参照光の入射光軸の入射角度で、再生用参照光を照射し、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子により受光して、同時に複数の信号を再生することを特徴とするホログラフィックメモリ再生方法。

【0025】

(13) 前記（9）乃至（11）のいずれかのホログラフィック記録媒体を支持するステージと、レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を再生用参照光として、前記記録時の、前記参照光の入射光軸の入射角度でホログラフィック記録媒体に導く再生用参照

光学系と、前記参照光学系は、前記ビームスプリッタ方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射可能な回転ミラーと、参照光の入射光軸を通って、前記ホログラフィック記録媒体の近傍における前記物体光との交点に導くレンズ群と、前記再生用参照光の入射により、前記ホログラフィック記録媒体から発生する複数の回折光に対応して各々設けられ、対応する回折光を受光して信号を再生する複数の撮像素子と、を有することを特徴とするホログラフィックメモリ再生装置。

【0026】

(14) 前記ステージは、前記光軸平面内にあって前記ホログラフィック記録媒体の記録層とほぼ直交する方向をZ軸、前記Y軸及びZ軸と直交する方向をX軸としたとき、前記ホログラフィック記録媒体をX軸方向及びY軸方向に移動可能に支持する並進ステージであることを特徴とする(13)に記載のホログラフィックメモリ再生装置。

【発明の効果】

【0027】

本発明においては、ホログラフィック記録媒体に対して、再生用参照光を照射すると、同時に複数の回折光が異なる方向に生じるので、これらを別個に撮像素子により受光することによって、同時に複数のデータページを再生することができる。従って、高価なCCD等を用いることなく、且つ記録密度を低下させることなく再生データレートを増大させることができるという効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

ホログラフィック記録媒体に対して、物体光の入射光軸を一定とするとともに、参照光の入射光軸及びホログラフィック記録媒体を、両者の相対的入射角度を一定に保ったまま、物体光の入射光軸に対して多段階で回転させることにより、偏向多重記録をし、且つ、ホログラフィック記録媒体を、その記録層に沿ってXY方向に移動させることによりシフト多重記録をする。

【0029】

再生時には、前記ホログラフィック記録媒体に対する記録時の参照光の相対的入射角度の方向から再生用参照光を照射して、発生した複数の回折光を各々別個の撮像素子によって受光し、一度に多数のデータページを再生する。

【実施例1】

【0030】

次に、図1～図4を参照して本発明の実施例1に係るホログラフィック記録再生装置10について説明する。

【0031】

このホログラフィック記録再生装置10は、レーザ光源12と、このレーザ光源12から出射されたレーザ光を透過して物体光とすると共に、反射して参照光とするビームスプリッタ14と、前記物体光をホログラフィック記録媒体(以下記録媒体)16に導くための物体光学系18と、前記参照光を前記記録媒体16に導くための参照光学系20と、前記記録媒体16に参照光を照射したときに発生する3本の回折光をそれぞれ別個に受光する撮像素子22A、22B、22Cを含む結像光学系22と、から構成されている。

【0032】

前記物体光学系18は、前記ビームスプリッタ14側から順に、前記ビームスプリッタ14を透過した物体光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ24と、このビームエキスパンダ24によりビーム径を拡大された参照光を直角に反射するミラー26と、ミラー26で反射された物体光を、記録すべき情報に応じて符号化された2次元のデータ画像であるビットマップ画像が表示され、これにより、物体光を空間変調する空間光変調器28と、この空間光変調器28によりビットマップ画像を付加された物体光をフーリエ変換し、且つ、前記ホログラフィック記録媒体16に集光して入射させるフーリエレンズ30とを、備えて構成されている。

【0033】

前記参照光学系20は、前記ビームスプリッタ14で反射された参照光を前記記録媒体16方向に反射し、且つ、その反射角度を3段階に偏向して、参照光が異なる3つの光路の35A、35B、35Cのいずれかに選択的に進むように回転可能とされた回転ミラー32と、この回転ミラー32で反射され、異なる光路を進むいずれの参照光を、前記記録媒体16近傍における、前記物体光との交点19に入射する入射光軸38A、38B、38Cのいずれかとなるように参照光を屈折させるレンズ群34とを備えて構成されている。

【0034】

前記ホログラフィック記録媒体16は、前記物体光の入射光軸18A及び参照光の入射光軸38A～38Cを含む光軸平面と直交し、且つ、前記交点19を通るY軸を中心として回転可能に、回転ステージ36に支持されている。

【0035】

又、前記結像光学系22には、前記撮像素子22A、22B、22Cと前記交点19との間に、それぞれの回折光の光路上にフーリエレンズのフーリエ面の画像を更にフーリエ変換するようなレンズ構成である結像レンズ23A、23B、23Cがそれぞれ配置されている。

【0036】

次に、図2(A)を参照して、前記回転ミラー32、レンズ群34及び前記記録媒体16の光学的位置関係及びレンズ群34の構成について説明する。

【0037】

レンズ群34は、焦点距離が f_3 のレンズ(凸レンズ)34Aと、焦点距離が f_4 のレンズ(凸レンズ)34Bとから構成され、これらレンズ34A、34Bは、前記回転ミラー32の回転中心と、前記交点19を結ぶ光軸上に配置されている。

【0038】

又、回転ミラー32の回転中心とレンズ34Aとの距離は f_3 、レンズ34Aと34Bとの距離は $f_3 + f_4$ 、レンズ34Bと前記交点19の距離は f_4 にそれぞれ設定されている。

【0039】

前記回転ミラー32は、前記ビームスプリッタ14方向からの参照光を、複数の異なる光路の方向に選択的に反射すべく回転ステージ33により一定範囲で回転自在に支持されている。この回転ステージ33と、前記記録媒体16を回転可能に支持する回転ステージ36とは、共に制御装置38によって、次のように同期して回転するよう制御される。

【0040】

この実施例1では、回転ミラー32は、回転ステージ33によって、図1に示されるように、3本の異なる光路35A、35B、35Cのいずれかの方向に参照光を反射するようされている。

【0041】

又、前記レンズ群34は、前記光路35A、35B、35Cを通る反射光が、図1、図2に示されるように、3本の入射光軸38A、38B、38Cを経て、前記交点19に、参照光として入射するよう設定されている。

【0042】

前記回転ステージ36は、前記記録媒体16を、前記入射光軸38A、38B、38Cに対応して、これら入射光軸から入射した参照光が常に同一角度で記録媒体16に入射するよう制御装置38を介して回転されるようになっている。

【0043】

次に、上記ホログラフィック記録再生装置10によって、記録媒体16に偏向多重記録をし、且つ、その記録を再生する過程について説明する。

【0044】

レーザ光源12から出射されたレーザ光は、ビームスプリッタ14を透過して物体光となり、物体光学系18における空間光変調器28で、記録すべき情報(データ画像)によ

り空間光変調され、即ちデータ画像が付加され、その状態で、フーリエレンズ30を介して、前記記録媒体16に照射される。

【0045】

前記ビームスプリッタ14において反射された参照光は、回転ミラー32において、前記光路35A、35B、35Cのいずれかの方向に反射される。

【0046】

この参照光は、光路35A、35B、35Cのいずれかにより、対応する入射光軸38A、38B、38Cのいずれかを通って記録媒体16に入射される。

【0047】

従って、記録媒体16において、前記物体光と参照光との干渉により回析格子が形成され、これによって前記データ画像の情報がホログラフィック記録されることになる。

【0048】

ここで、図3を参照して、参照光が順次入射光軸35A、35B、35Cを経て記録媒体16に入射する際ににおける、前記物体光入射光軸18A及び記録媒体16の回転角度との関係について説明する。

【0049】

まず、図3(A)に示されるように、回転ミラー32を、反射光が光路35Aを通る回転位置に設定する。これにより、回転ミラー32で反射された参照光は光路35Aを通り、レンズ群34を経て、前記入射光軸38Aを通って記録媒体16に入射する。

【0050】

このとき、制御装置38により、記録媒体16は、図1、図2、図3における符号16Aで示される位置としておく。

【0051】

次に、回転ミラー32を、反射された参照光が光路35Bを通るように回転してセットする。これにより、参照光は光路35Bから、入射光軸38Bを通って記録媒体16に入射される。

【0052】

このとき、記録媒体16は、図3(B)において実線で示される位置としておく。

【0053】

なお、物体光は、いずれの場合でも、図1～図3において真下方向、即ち、入射光軸38Bと直交する方向の物体光入射光軸18Aを通って記録媒体16に入射するようにセットされている。

【0054】

次に、回転ミラー32を、反射された参照光が光路35Cを通るように回転させる。これにより、参照光は光路35Cから、入射光軸38Cを通って記録媒体16に入射される。このとき、記録媒体16は、図1～図3において符号16Cで示される位置に回転されている。

【0055】

前述のように、入射光軸38Aと符号16Aで示される位置の記録媒体16との角度、入射光軸38Bと図1～図3において実線で示される位置にある記録媒体16との角度、入射光軸38Cと図1～図3において符号16Cで示される位置にある記録媒体16との相対的入射角度は、いずれも一定に維持されていて、これらと物体光軸18Aとの角度のみが3段階に切換えられる。

【0056】

なお、前記回転ミラー32の回転角 θ と記録媒体16への入射角、即ち入射光軸の角度変化 ϕ との間には、次の(1)式、

$$\phi = \tan^{-1} (f_3 / f_4 \cdot \tan 2\theta) \quad \cdots (1)$$

の関係となるように、回転ミラー32と回転ステージ36の回転角度が、制御装置38によって制御される。

【0057】

次に、図4 (A)～(C)を参照して、前記入射光軸38A、38B、38Cから入射した参照光及び物体光軸18Aから入射した物体光とによって記録媒体16の記録層17に形成される回析格子の状態について説明する。図4 (A)～(C)における符号17A、17Bは記録層17を挟み込む基板を示す。

【0058】

まず、図3 (A)に示されるように、参照光が入射光軸38Aを、又、物体光が物体光入射軸18Aをそれぞれ通って入射し、且つ記録媒体16が図3 (A)において符号16Aで示される位置の場合、図4 (A)に示されるように、一点鎖線で示される参照光と破線で示される物体光との干渉によって、記録層17に回析格子40Aが形成される。

【0059】

同様にして、参照光が入射光軸38Bを通って記録層17に入射した場合は、回析格子40Bは図4 (B)に示されるように記録され、参照光が入射光軸38Cを通って入射したときは、記録層17に、図4 (C)で示されるように回析格子40Cが形成される。

【0060】

図4 (A)～(C)のように、記録層17に、順次回析格子40A、40B、40Cを形成すると、図4 (D)に示されるように、これらの回析格子40A、40B、40Cが多重記録されることになる。本発明においては、これを偏向多重記録とする。

【0061】

なお、実際の記録光学系では、少なくとも物体光（信号光）は曲面状の波面を持っているので、図4 (A)～(D)で示されるような回析格子の状態は、物体光入射光軸18A近傍についてのみ正しいことになるが、図4 (A)～(D)においては、これを模式的に示している。

【0062】

なお、前述のように、記録媒体16に対する各入射光軸38A～38Cは、常に一定角度に維持されているので、記録媒体16の、図3における反時計方向の角度 ϕ の回転に対して、前記回析格子の長手方向は、 $\phi/2$ だけ回転する。

【0063】

この場合、記録媒体16における記録層の屈折率nを考慮すると、前記回析格子40A～40Bの回転角は、次の(2)式で与えられる。

【0064】

【数1】

$$\begin{aligned} & \pm (1/2) \sin^{-1} [1/n \cdot \sin (\phi_0 \pm \phi)] \\ & \mp (1/2) \sin^{-1} [1/n \cdot \sin \phi_0] \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

【0065】

ここで、複号は、図4 (A)及び(C)の場合に相当し、 ϕ_0 は図4 (B)における物体光の入射角、即ち、図4の例では45°を表わしている。

【0066】

上記のような回析格子40A～40Cが偏向多重記録された記録層17に、例えば図3 (D)に示されるように、前記参照光の入射光軸38Bに沿って再生用参照光Rfを入射させると、図3 (D)及び図4 (D)に示されるように、前記回析格子40A、40B、40Cによってそれぞれ回折光Da、Db、Dcが、前記撮像素子22A、22B、22Cに向かって発生する。

【0067】

従って、撮像素子22A～22Cにおいては、記録層17に記録された3枚のデータ画像が同時に検出され、これらの画像は、エラー訂正、復号化等の信号処理を経てデジタル情報へと再生されることになる。

【0068】

この実施例1において、上記のようにして記録層17に記録された回折格子（ホログラム）は、記録時の参照光、物体光及び記録媒体16の、相対的な幾何学配置が異なっているため、ホログラムを形成している回折格子の格子間隔及び波数ベクトルの比がそれぞれ異なっている。

【0069】

従って、参照光のみを偏向させる通常の角度多重記録とは異なるが、形成された回折格子の様子は同様なものとなる。但し、本質的に異なるのは、いずれのホログラムを記録する際でも、参照光と記録媒体16との相対的な位置関係（入射角及び入射位置）が変化していない点である。

【0070】

ホログラム（回折格子40A～40C）を記録する際の参照光及び記録媒体の回転角 ϕ は、ブレッジ選択性によってホログラム同士が分離再生でき、且つ分離再生された再生像が結像光学系によって空間的に独立に再生できればよい。

【0071】

前者のブレッジ選択性は記録再生光の波長線幅、記録層の厚み及び記録時の幾何学的な光学配置によって決まり、後者の独立な再生は、回転角 ϕ と結像光学系の設計によって決まる。

【0072】

即ち、結像光学系の設計に応じて回転角 ϕ 、従って偏向多重可能な最大ホログラム数が決定される（ブレッジ選択性による制約は通常1°以下と小さい。）。

【実施例2】

【0073】

次に、図5を参照して、本発明の実施例2に係るホログラフィック記録再生装置50について説明する。

【0074】

図5において、前記図1に示されるホログラフィック記録再生装置10の構成要素と同一の構成要素については、図1におけると同一の符号を付することにより説明を省略するものとする。

【0075】

この実施例2のホログラフィック記録再生装置50は、前記図1の実施例1に係るホログラフィック記録再生装置10に対しては、実施例1が、偏向多重記録のみであるのに対して、実施例2は、シフト多重記録と偏向多重記録を併用した光学系である点において相違する。

【0076】

具体的には、実施例1に対して、実施例2のホログラフィック記録再生装置50は、ビームスプリッタ14と回転ミラー32との間の参照光の光路上に、レンズ52を設けると共に、記録媒体16を支持する回転ステージ36を、更に、XYステージ54により支持した点において相違する。

【0077】

このXYステージ54は、図6に拡大して示されるように、前記回転ステージ36の回転中心軸をY軸としたとき、記録媒体16に沿う方向をX軸、直交する方向をZ軸として、回転ステージ36をX軸方向及びY軸方向に並進移動させるものである。

【0078】

前記のように参照光学系にレンズ52を設けた場合、参照光は、図2（B）に示されるように球面波となって記録媒体16に入射する。

【0079】

実施例2のホログラフィック記録再生装置50により、データ画像の偏向／シフト多重記録を行なう際には、実施例1におけると同様に、回転ミラー32と記録媒体16の角度を多段階に、且つ、同期して変調し、更に、XYステージ54によるX軸方向及びY軸方向へのシフトをする。

【0080】

これを詳細に説明すると、前記制御装置38は、記録すべきシフト多重位置と偏向多重に基づく記録媒体16の回転角を制御するためのコントローラとされ、データの記録過程において、データ画像の多重化順序や移動のタイミングが予め定められたプログラムに基づいていて、このプログラムに応じて、あるいはサーボ系からの位置・角度検出データ（サーボ信号）をも参照しながら制御される。

【0081】

前記制御装置38は、プログラムやサーボ信号によって決まる記録媒体16の動作に応じていて、適切なタイミングで信号を送信し、回転ミラー32、記録媒体16の回転角度、及びXYステージはこの信号によって制御される。

【0082】

ここで、図7に示されるように、記録時の参照光と物体光とは、前記Z軸とX軸のなす光軸平面内にあるようにセットされ、XYステージ54は、記録媒体16を、X軸方向及びY軸方向に並進移動させる。

【0083】

例えば、回転ミラー32と記録媒体16の回転させる偏向多重記録は、XYステージ54によって記録媒体16が記録位置に移動する毎によってなされる。

【0084】

前記X軸方向へのシフト多重記録、Y軸方向へのシフト多重記録及び偏向多重記録は、この順序に特に制約は無く、例えば、

- (1) X軸方向へのシフト多重記録→Y軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録、
- (2) Y軸方向へのシフト多重記録→X軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録、
- (3) X軸方向へのシフト多重記録→偏向多重記録→Y軸方向へのシフト多重記録、
- (4) 側面多重記録→X軸方向へのシフト多重記録→Y軸方向へのシフト多重記録、
- (5) ホログラムブロック（説明後述）内のXYシフト多重記録→偏向多重記録→ホログラムブロックの蓄積（シフト多重可）、
等、種々の多重化順序を探ることができる。

【0085】

次に、図8を参照して、ホログラムブロック毎にシフト多重記録及び偏向多重記録を実行する例について説明する。

【0086】

この例は、記録媒体16の記録層17を、図8に示されるような、例えば6個のホログラムブロック56A～56Fに、プログラム上区画し、各ホログラムブロック56A～56F毎に、順次又はランダムにシフト多重記録及び偏向多重記録を行なう。

【0087】

この例では、実施例2のシフト多重及び偏向多重記録の場合と比較して、各ホログラムブロック56A～56F間の境界線に跨ってホログラムを形成できないために、記録容量が僅かに低下するものの、種類の異なるデータをホログラムブロック毎に分けて記録することができる。又、記録層17自身が多重記録後のポスト露光を必要とする場合、ホログラムブロック毎にポスト露光を実施できるという利点がある。

【0088】

なお、X軸方向とY軸方向のシフト多重では、前記のように、X軸方向の場合が、隣接ホログラム間距離が短いので、X軸方向のシフト多重記録を優先する、前記(1)、(3)及び(4)の順序とすると、記録媒体の総移動距離が短いために記録再生の速度を高くしやすいという利点がある。

【0089】

又、シフト多重記録に対して偏向多重のための位置合わせに長時間を要するような場合には、前記(1)、(2)の記録順序が好ましく、次に、(5)又は(3)の記録順序が好ましい。

【0090】

一般的に、ホログラフィック記録の際に、シフト多重記録をすると、例えば非特許文献1に記載されるように、記録層中に形成される回折格子の幾何学的形状、即ち信号光（物体光）及び参照光の波面形状を含む幾何学的配置に起因する性質によって、X軸方向に対してY軸方向へのシフト選択性が低い。

【0091】

ここで、「選択性が低い」とは、データ再生時に参照光と記録媒体との相対位置を、該当する軸に沿って並進移動したときに、特定のホログラムによる回折光が検出される移動距離が長いことを意味する。即ち、再生時に要求される機械的精度が緩くなる反面、隣接ホログラム間の距離を長くする必要が生じて、記録密度が小さくなる傾向がある。

【0092】

この実施形態では、上記のように、シフト多重及び偏向多重されたホログラムを再生する場合、各々のシフト多重位置において同時に3つの再生像を回折光として得ることができ、撮像素子22A、22B、22Cによってそれぞれ検出される。このようにして、再生時のデータレートが3倍に増大されると共に、前記非特許文献1に記載された場合のような、シフト選択性が記録密度を制限している場合には、この記録密度を最大3倍に増大することができる。

【0093】

なお、上記実施例において、回転ミラー32及び記録媒体16は3段階にその回転角度が変調され、且つその角度間隔が一定とされているが、本発明はこれに限定されるものではなく、3以上の複数段階に回転ミラー32及び記録媒体16の回転角度を同期して変調させることとしても良い。

【0094】

又、回転角度の各段間の角度は、必ずしも等角度とする必要は無く、任意に設定することができる。

【0095】

更に、前記実施例2においては、XYステージ54を用いて記録媒体16をX軸方向及びY軸方向に移動させているが、これは他の並進機構であっても良い。

【0096】

更に又、上記各実施例は、いずれも記録再生をすることができるホログラフィック記録再生装置に関するものであるが、本発明はこれに限定されるものでなく、記録のみを行なうホログラフィック記録装置あるいは再生のみを行なうホログラフィックメモリ再生装置にも当然適用されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明の実施例1に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図

【図2】回転ミラー、記録媒体、その間のレンズ群の位置関係と回転ミラーと記録媒体の回転角度との関係を拡大して示す光学配置図

【図3】実施例1における偏向多重記録及び再生過程における参照光と物体光及び再生用参照光と記録媒体の回転角度との関係を模式的に示す側面図

【図4】実施例1のホログラフィック記録再生装置により、ホログラムを偏向多重記録する過程及びこれを再生する過程を模式的に示す断面図

【図5】本発明の実施例2に係るホログラフィック記録再生装置を示す光学系統図

【図6】同実施例における記録媒体、回転ステージ及びXYステージを拡大して示す平面図

【図7】同実施例2において、記録媒体にシフト多重記録する過程を模式的に示す斜視図

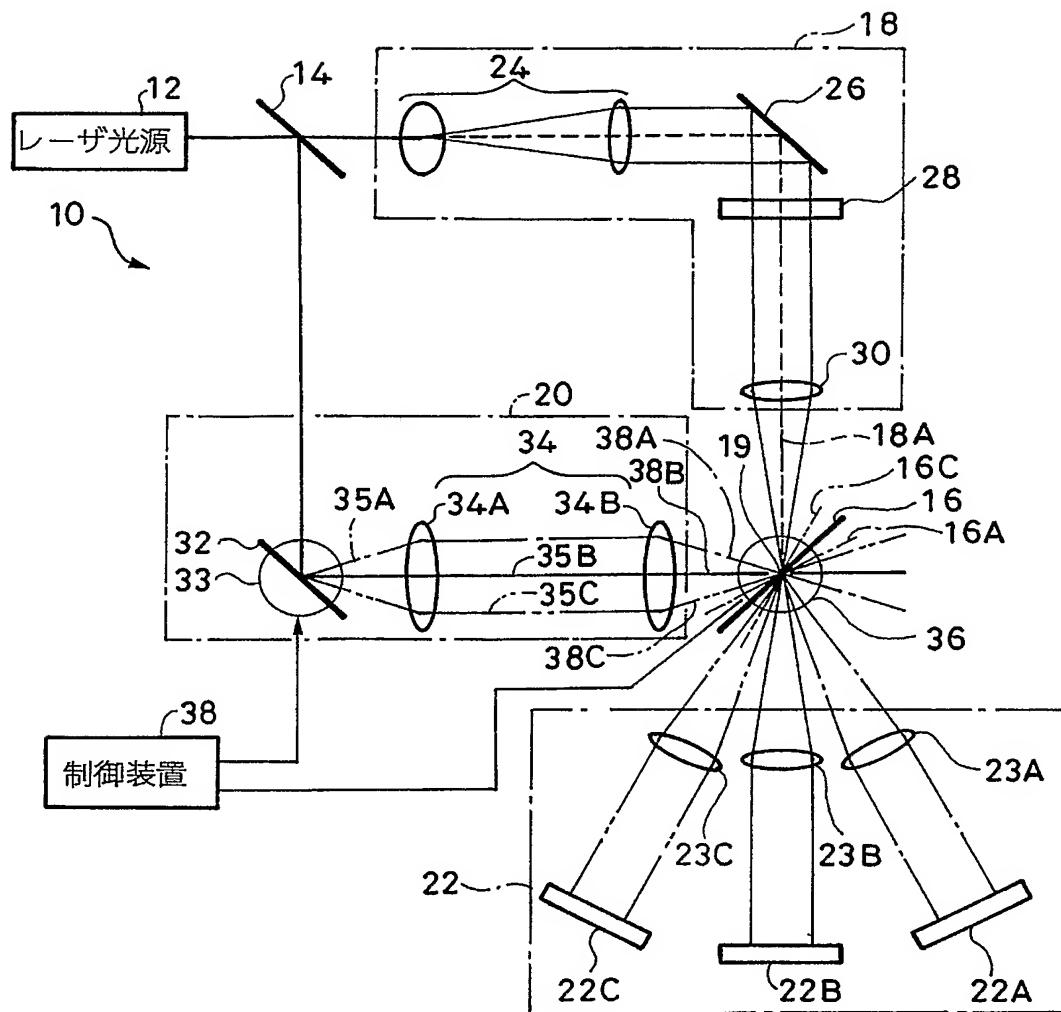
【図8】実施例2により、偏向多重及びシフト多重を併用してホログラフィック記録する他の例を模式的に示す平面図

【符号の説明】

【0098】

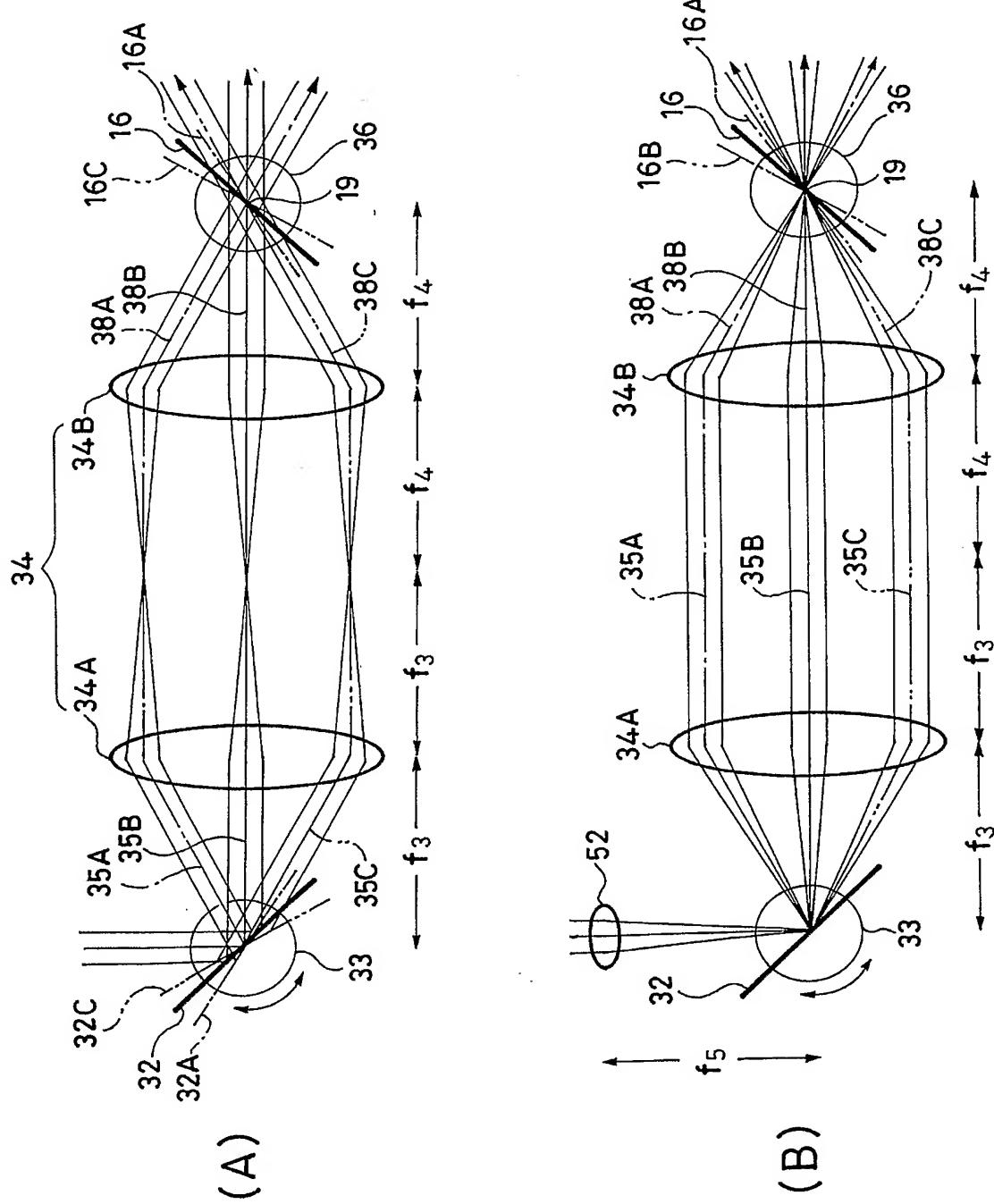
1 0、5 0 … ホログラフィック記録再生装置
1 2 … レーザ光源
1 4 … ビームスプリッタ
1 6 … ホログラフィック記録媒体
1 7 … 記録層
1 8 … 物体光学系
1 8 A … 物体光入射光軸
1 9 … 交点
2 0 … 参照光学系
2 2 … 結像光学系
2 2 A、2 2 B、2 2 C … 撮像素子
2 8 … 空間光変調器
3 2 … 回転ミラー
3 4 … レンズ群
3 5 A、3 5 B、3 5 C … 光路
3 6 … 回転ステージ
3 8 … 制御装置
3 8 A、3 8 B、3 8 C … 入射光軸
4 0 A、4 0 B、4 0 C … 回折格子
5 4 … XYステージ
5 6 A～5 6 F … ホログラムブロック
R f … 再生用参照光
D a、D b、D c … 回折光

【書類名】 図面
【図 1】

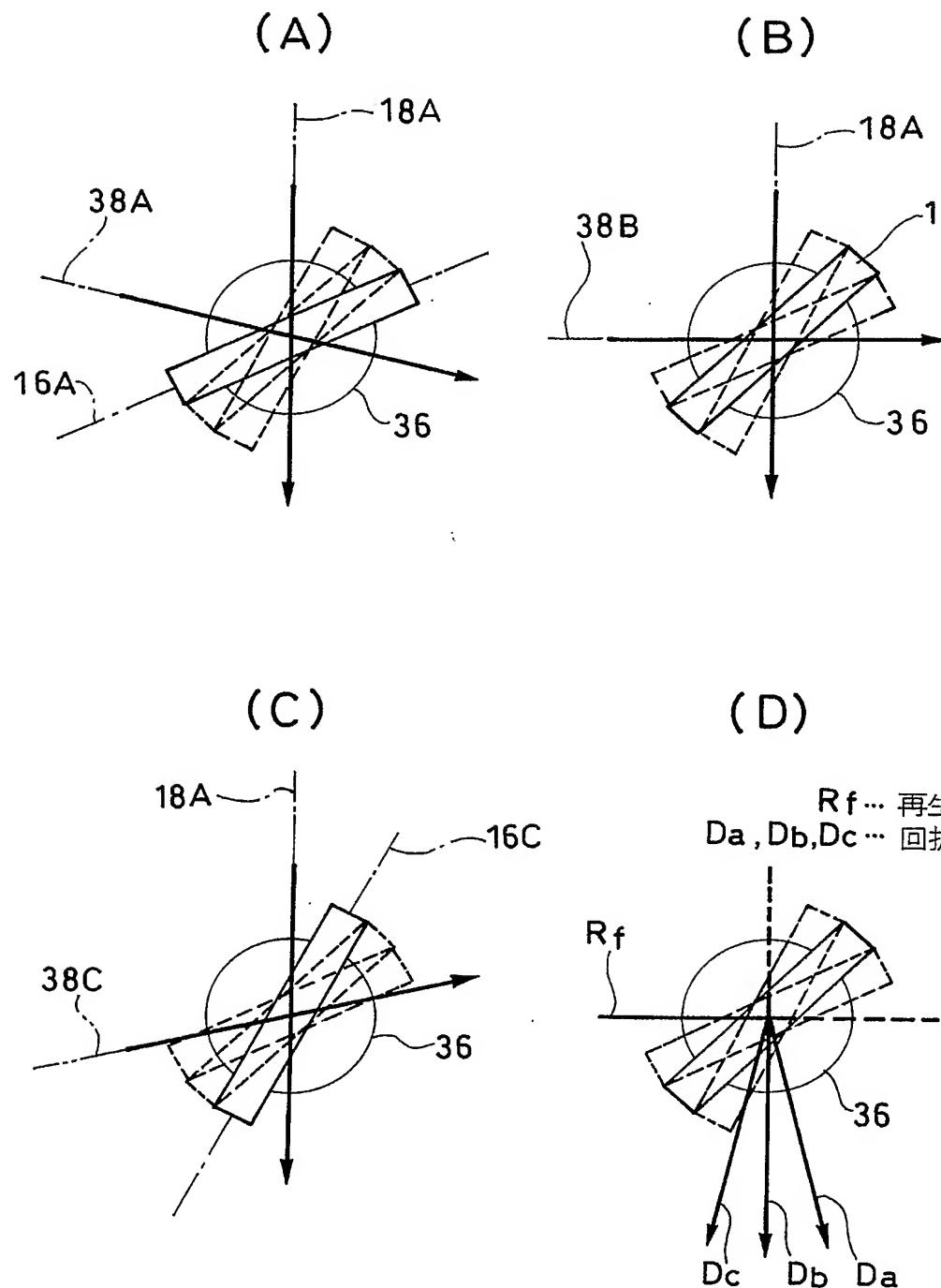


- | | |
|--------------------|-------------------|
| 10… ホログラフィック記録再生装置 | 34… レンズ群 |
| 14… ビームスプリッタ | 35A,35B,35C… 光路 |
| 16… ホログラフィック記録媒体 | 36… 回転ステージ |
| 18… 物体光学系 | 38A,38B,38C… 入射光軸 |
| 19… 交点 | |
| 20… 参照光学系 | |
| 22… 結像光学系 | |
| 22A,22B,22C… 撮像素子 | |
| 28… 空間光変調器 | |
| 32… 回転ミラー | |
| 33… 回転ステージ | |

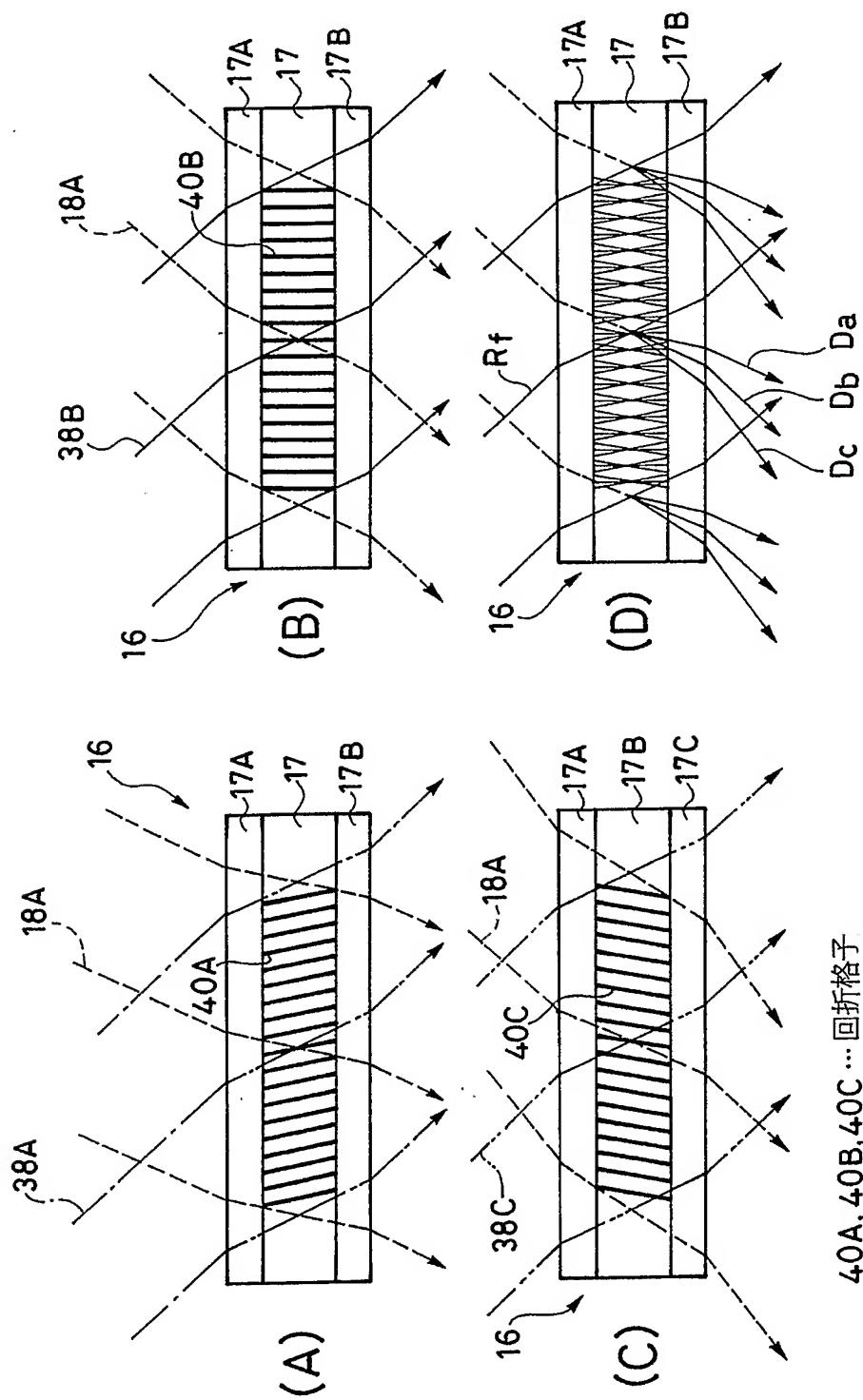
【図2】



【図 3】

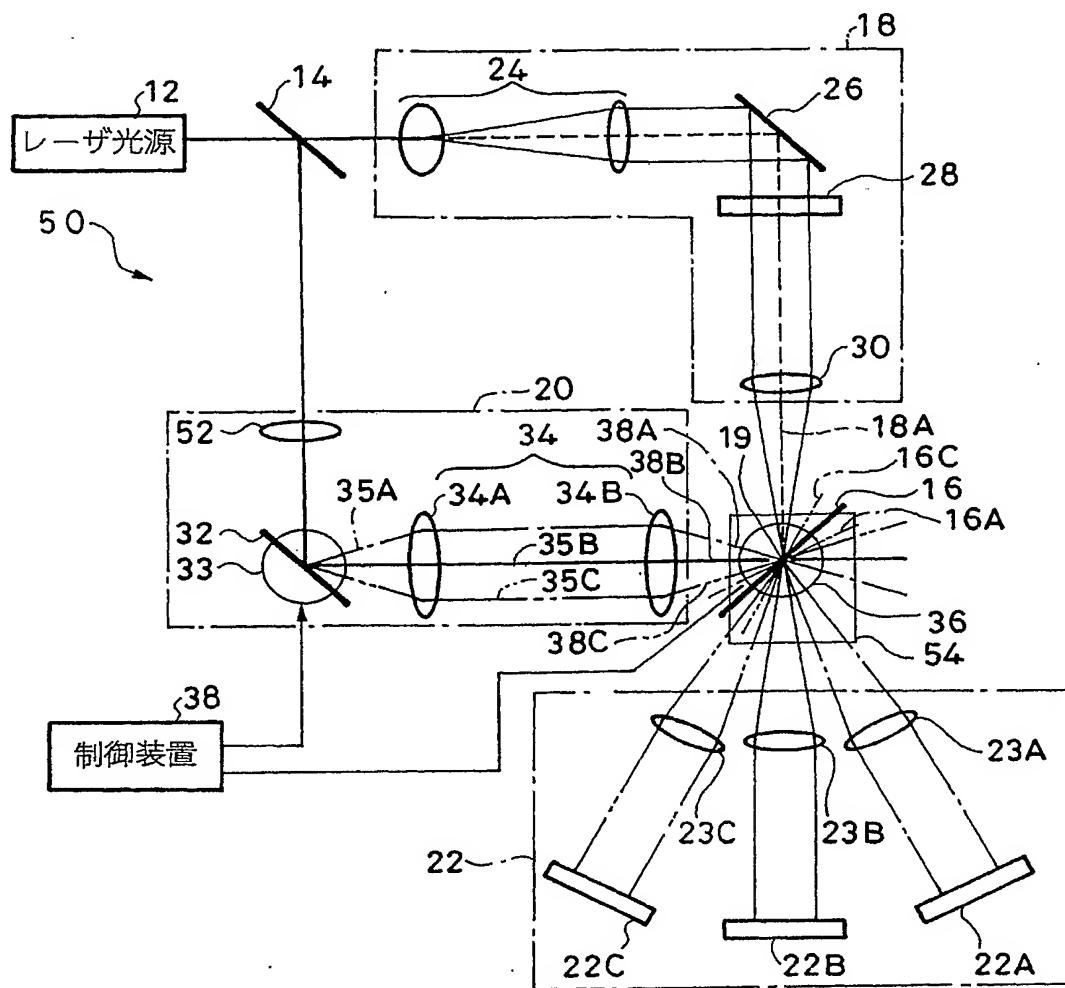


【図4】



40A, 40B, 40C … 回折格子

【図 5】

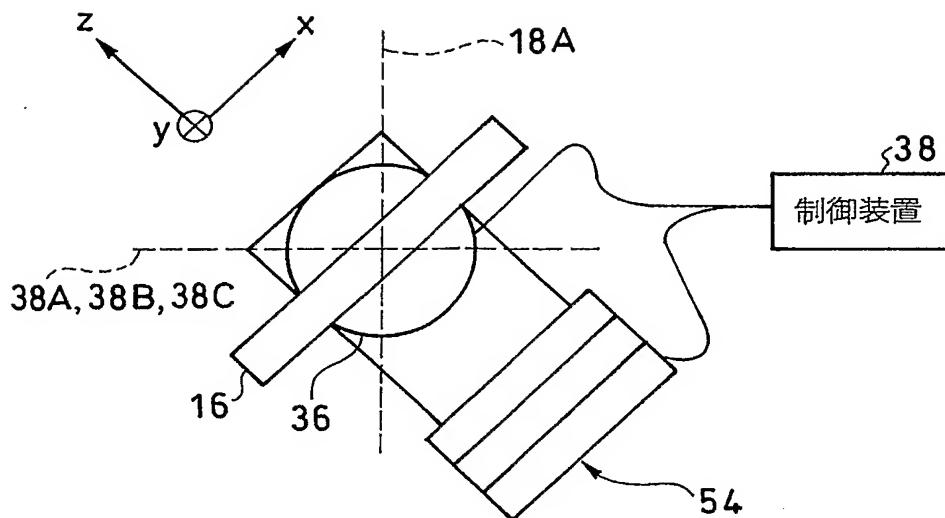


50 … ホログラフィック記録再生装置

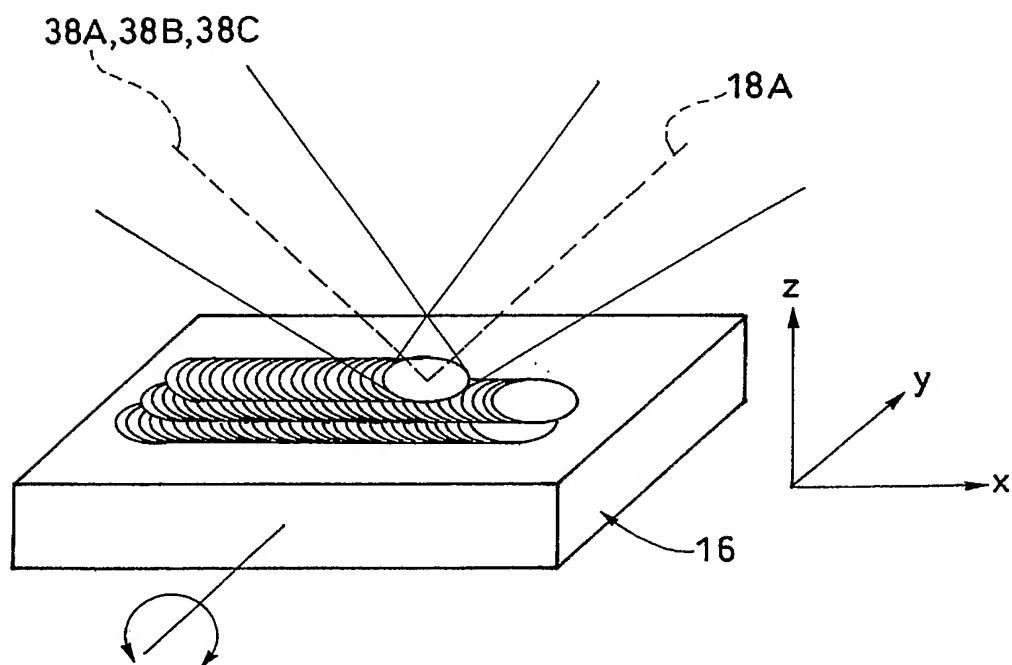
52 … レンズ

54 … X Yステージ

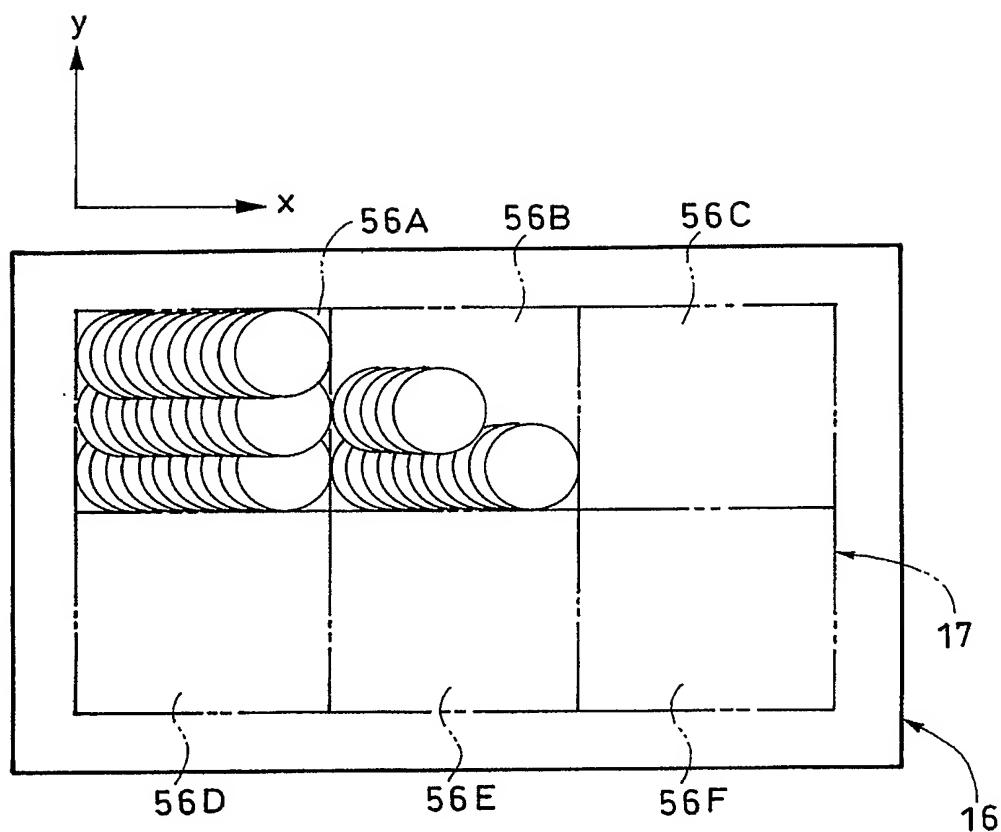
【図 6】



【図 7】



【図 8】



56A, 56B, 56C, 56D, 56E, 56F … ホログラムブロック

【書類名】要約書

【要約】

【課題】ホログラムの再生時に、1回の再生用参照光の照射により、同時に複数のデータ画像を再生できるホログラフィック記録再生方法及び装置を提供する。

【解決手段】ホログラフィック記録再生装置10は、ホログラフィック記録媒体16に対して、固定した物体光入射光軸18Aから物体光を照射すると共に、参照光を、回転ミラー32の角度を多段階に変調することによって、複数の入射光軸38A～38Cから参照光をホログラフィック記録媒体16に選択的に入射させ、ホログラフィック記録媒体16は、回転ステージ36によって、各入射光軸38A、38B、38Cを通って選択的に入射する参照光に対して同一角度となるように回転される。データ画像再生時には、1本の参照光の照射によって、ホログラフィック記録媒体16の記録時の回転角度に応じて、異なる方向に複数の回折光が発生し、これを3個の撮像素子22A、22B、22Cによつて同時に受光する。

【選択図】図1

特願 2004-039503

出願人履歴情報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 2003年 6月27日

[変更理由] 名称変更

住所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
氏名 TDK株式会社